Serie 4ª LA SCIENZA DEL POPOLO Vol. 20.
Raccolta di letture scientifiche popolari fatte in Italia.

BIBLIOTECA A Cⁱ 25 IL VOLUME
PER TUTTA L'ITALIA

IL SOLE

PEL

Professor PIETRO TACCHINI

LETTURA

fatta all'Università di Palermo

il 29 aprile 1866

FIRENZE

PER GLI EDITORI DELLA SCIENZA DEL POPOLO

1867

IL SOLE

SIGNORI,

Lo studio sulla fisica costituzione del sole ha preso in questi ultimi tempi un indirizzo tutto nuovo, puramente scientifico, e talmente ordinato e preciso da lasciare sperare la completa risoluzione di importanti quistioni che si collegano coll'universo intiero, oltrepassando direi indefinitamente i limiti del nostro sistema.

In oggi, o Signori, molti cannochiali sono rivolti ogni giorno al sole, non per motivo di semplice curiosità, ma sibbene per racco-

gliere una serie ben ordinata di fatti, che ci debbono servire, collegandoli alle ipotesi più o meno probabili, ad elevare l'immenso edificio della scienza, e formare così una scala per arrivare il più presto possibile al punto in cui le dette ipotesi spariranno, restando finalmente la verità sola.

E siccome il vero sta appunto nel fatto, così ho pensato anzitutto di approfittare della vostra cortesia per esporvi i fenomeni tutti, che finora si sono potuti osservare nel gran luminare, giovandomi per maggior chiarezza di questa tavola dimostrativa, che ho cercato di comporre come meglio ho potuto.

Se voi, o Signori, guardate il sole con un semplice vetro colorato per modo da poterne tollerare la vista,

esso vi apparirà come un disco circolare quasi sempre uniformemente illuminato e di una tinta analoga a quella del vetro adoperato; ma se invece di usare semplicemente il detto vetro, voi lo adatterete all'oculare di un cannocchiale di discreto ingrandimento, e continuerete per qualche tempo ad osservare il sole, non tarderete molto a riconoscere che sulla di lui superficie si presentano taluni punti o piccoli spazî neri, che vennero distinti col nome di macchie solari, le quali si presentano al bordo orientale del disco, poi avanzano mano a mano, sinchè scompaiono dall'altra parte, cioè al bordo occidentale, seguendo un corso analogo a quello che vedete qui nella tavola per la macccchia del gen-

naio. Eccoci in presenza di un fenomeno, che ha servito come punto di partenza allo studio sulla fisica costituzione del sole. Esaminiamolo dunque in tutte le sue parti.

Queste macchie solari se noi le guardiamo con un buon cannocchiale, le troviamo composte di due parti ben distinte, cioè una centrale e nera detta *nucleo*, e l'altra come contorno più o meno oscura, designata col nome di *penombra.*

La forma di dette macchie sebbene presenti delle strane anomalie, pure in generale si può risguardare come circolare o di elissi poco allungate. La caratteristica principale in rapporto fra il nucleo e la penombra è la seguente, che cioè qualunque sia il contorno del nucleo, il limite esterno della penombra è

una linea ad esso simile o più chiaramente parallela; e mentre l'estensione del nucleo può variare di molto, la larghezza invece della penombra, si mantiene pressochè costante, o almeno le differenze sono comprese in limiti più ristretti.

Appena conosciuti questi fatti e colle osservazioni continuate nacque presto la quistione se le macchie solari fossero spazî liscî oscuri della superficie del sole, ovvero se prominenze, come nubi proiettantisi sulla superficie solare stessa, o se finalmente fossero cavità. Io qui non tesserò la storia di questa discussione; ma vi dirò soltanto, che da due secoli e mezzo che le macchie del sole furono scoperte, solo in questi ultimi tempi la quistione venne definitivamente risolta, ed

ora cercherò di persuadervi come le macchie solari non siano altro che grandi cavità esistenti alla superficie del sole.

Ciò che servì di guida principale ad una tale scoperta fu la presenza della penombra che accompagna le macchie del sole. Per fissare meglio le idee prendiamo il caso più semplice, non difficile ad incontrarsi, quello cioè di una macchia di forma circolare; noi avremo allora la parte centrale o nucleo come un disco circolare nero, e la penombra come una zona circolare ad esso concentrica; supponiamo dunque che questa macchia sia una cavità di cui la penombra fa parte, e consideriamo i cambiamenti apparenti della sua forma, che debbono succedere per legge di prospettiva, variando

successivamente la sua posizione a motivo della rotazione del globo solare intorno ad un asse proprio.

Egli è evidente, che la macchia essendo circolare quando trovasi nel mezzo del disco, la sua forma diventerà ellittica avvicinandosi ai bordi, e se è una cavità di cui la penombra fa parte, è anche chiaro che ivi la penombra si mostrerà più ristretta dalla parte del centro del sole, e potrà anche totalmente occultarsi, mentre dalla parte del lembo solare continueremo ancora a vederla; se al contrario le macchie fossero corpi in rilievo o anche semplicemente colorazioni superciali del globo solare, dovrebbe osservarsi il fenomeno inverso. Ora seguendo una macchia per tutto il tempo che rimane a noi visibile,

noi riscontriamo sempre le apparenze descritte prima, e che provano da se sole essere le macchie vere cavità o fori esistenti nel sole. Basta essere stati testimoni anche una sola volta di tali fenomeni e nelle migliori condizioni, per restare convinti di una tale verità.

Ma inoltriamoci un poco più nella quistione. Se realmente le macchie solari sono cavità, gli orli delle quali colla loro pendenza formerebbero le penombre, se ne potrà determinare la profondità, e così avere la misura della spessezza di quello strato luminoso del sole che ci illumina e vivifica, e che viene distinto col nome di *fotosfera*. È cosa veramente sorprendente, che l' occhio umano il quale disarmato non può per nulla tollerare l' im-

pressione di quest'astro, possa arrivare così da lontano a misurare la profondità di questo involucro di fuoco. La cosa del resto è più semplice di quel che si creda, ed ora ve ne do l'esempio. Poc'anzi abbiamo detto che le macchie sono cavità, il di cui fondo è formato dal nucleo, e le pareti o scarpa dalla penombra, e che questa penombra deve restringersi ed anche scomparire dalla parte del centro del disco solare, quando la macchia si va avvicinando al bordo del sole. Ora è evidente, che se noi potremo cogliere il momento in cui la penombra scompare del tutto dalla parte del centro, questo accadrà ad una distanza dal bordo del sole dipendente dalla profon-

dità della macchia e della pendenza od inclinazione della penombra.

Conoscendo dunque le dimensioni del globo solare, la larghezza e la profondità della penombra, sarebbe facile il calcolare a quale distanza apparente dal bordo dovrebbe succedere il detto fenomeno; per noi invece è il caso inverso: misurata questa distanza, la larghezza della penombra, dedurne la profondità e inclinazione della penombra.

Operando di tale guisa, se la macchia da noi considerata non cambia sensibilmente di forma, dovremo con questo metodo trovare un eguale valore per la sua profondità, tanto all' epoca della comparsa, come in vicinanza al tramonto della macchia stessa. Que-

sto appunto è quanto si verifica, ed ora vi mostrerò un esempio recente di tali misure.

Nel giorno 8 gennaio 1866, una bella macchia appariva al lembo orientale, apparentemente ellittica e la di cui penombra pienamente visibile dalla parte del lembo, era invece ristretta ad un sottilissimo filetto discontinuo dalla parte del centro; eseguite le misure ne calcolai la profondità, che mi risultò di 38 centesimi del raggio della nostra terra. Nei giorni successivi la macchia prendeva sempre più la forma circolare, sicchè a mezzo del disco quasi la raggiunse, come vedete qui nella figura, e la sua penombra era distribuita uniformemente attorno al nucleo, conservando la larghezza che aveva all' epoca del

suo nascere. Nel mattino del 20, la macchia si avvicinava al tramonto, aveva ripreso la forma ellittica, e la penombra era scomparsa di nuovo dalla parte del centro. Eseguite nel momento opportuno le misure necessarie come al giorno 8, si calcolò la profondità, e risultò questa volta di 36 centesime parti del raggio terrestre. La piccola differenza, proveniente in parte da errori inevitabili di osservazione, e in parte forse da cangiamenti reali nella macchia, dimostra la verità di quanto abbiamo detto prima. La profondità di questa macchia risulta dunque di 2 milioni e 300 mila metri, che corrisponderebbe allo spessore della penombra in quel posto.

Una tale cifra non vi deve punto

sorprendere, se riflettete che il sole corrisponde in volume ad una sfera, il cui diametro è 112 volte quello della terra, cioè 1,429,000 chilometri.

Questo valore da noi dato in questo caso particolare per la spessezza della fotosfera, non è molto differente da quelli trovati in altre occasioni da me e da altri in diverse macchie. E qui dovrei citare i metodi e le esperienze di distinti astronomi, quali sono il Secchi, il Faye, Chacornac, ecc.; ma la brevità m'impone di dirvi solo che i risultati di tutti vanno d'accordo, e quindi potete ritenere dimostrato che la profondità della fotosfera è circa 1[3 del raggio della nostra terra.

All'intorno poi delle macchie e

specialmente delle più grandi, proprio in contatto coll' orlo esterno della penombra, vi si osserva sempre un anello più lucido, che diramandosi in tutti i sensi si presenta come un argine a leggiero pendìo e colla macchia acquista l'aspetto di un vero cratère. Se realmente quell' anello lucido è dovuto ad un sollevamento della sostanza fotosferica accumulata a rialzo intorno alla macchia, quando si potesse osservarlo all'orlo del sole, se ne dovrebbe riconoscere il dislivello e anche misurarne l'altezza. Il potere osservare un tale fenomeno non è tanto facile e se ne contano ben pochi esempî, anche per la ragione che in passato gli astronomi non vi prestarono tanta attenzione come in oggi. Nullameno nel breve tem-

po da che mi occupo di questa materia, fui fortunato di potere assistere ad un tale fenomeno e nelle migliori condizioni. Al 29 luglio 1865, comparvero presso il centro del sole due punti neri poco distanti fra loro e di forma circolare; al 30 uno di questi si era allargato straordinariamente in una macchia del diametro 4 volte quello della terra. Il movimento in mezzo a questa macchia era continuo e forte e sarebbe stato impossibile il farne un esatto disegno; poscia la sua forma andò trasformandosi in quella di un S, e nel 5 di agosto si poteva considerare formata di due parti, cioè ridotta a due macchie distinte. La prima composta di molti cratèri nella sera stessa del

5 toccava di già l'orlo, ma l'aria cattiva impedì di studiarla utilmente; l'altra parte invece, la più grande, era formata da un grande cratère circondato da argine lucente e molti piccoli fori. Nel mattino del 6 questo cratère stava per tramontare; allora io trovandomi in Roma, per la squisita gentilezza del P. Secchi, fui invitato, senz' altro dire, ad osservare il sole al grande equatoriale di Merz, e disegnare quanto avrei potuto vedere. Ebbene, il mio disegno non fu che una conferma esatta di quanto avevano registrato il padre Secchi e il di lui aggiunto P. Ferrari. Quindi, come scrisse il Secchi, abbiamo tre testimonianze indipendenti, che provano essere stata la macchia una vera depressione nella sua parte corrispondente

alla penombra, e una prominenza nella parte lucida o facola. Il cratere era una vera prominenza sul lembo solare, come lo vedete qui nella figura in grande; l'orlo andò sempre più assottigliandosi, ma sempre rialzato sull'orlo del sole; la differenza di livello fu stimata 1[2 secondo, e i disegni eseguiti per proiezione diedero un valore un poco più elevato; l'altezza dunque di questo argine si può ritenere di 400 chilometri.

In tutte le macchie un po' grandi e di discreta durata troviamo questo contorno lucido, che possiamo ritenere come un argine di materia fotosferica che circonda la macchia. Per queste forme comuni nelle macchie solari, si dovrebbero chiamare veri cratèri, anzichè macchie.

A queste parti lucide che circondano le macchie si diede il nome di *facole*, e che si usa anche presentemente. Queste facole si osservano anche in parti della superficie solare ove non vi sono macchie e specialmente ai bordi, e sono come le creste delle onde della fotosfera, che si elevano ad altezza dell' ordine di quella trovata pel cratère del 6 agosto (1).

Lo studio principale fu rivolto alle facole che accompagnano quasi

(1) Il vederle più facilmente ai bordi dipende unicamente dall' atmosfera solare, la quale ci presenta in quelle regioni il massimo spessore, e il potere assorbente della medesima fa sì che i vertici delle facole, le sommità delle onde della fotosfera, appaiono più luminose che il fondo generale più depresso; e il contrasto è tanto più forte, quanto più vicino all' orlo ne vien fatto il confronto. È per la stessa ragione, che il disco solare ci sembra leggermente sfumato ai bordi.

sempre nel suo corso le macchie solari, e si è potuto verificare, che prima di formarsi la macchia, là in quel posto la fotosfera si atteggia a facola, vale a dire si solleva prima di aprirsi; così quando una macchia si chiude è egualmente rimpiazzata da una facola, che dopo un certo tempo riprende il livello comune perdendo quell'aspetto luminoso, che ne è la caratteristica principale. Fu pure rimarcato il seguente fatto; che le facole le quali accompagnano le macchie non sono uniformemente distribuite attorno ad esse, ma invece si estendono assai più dalla parte sinistra della macchia stessa, per cui sembrano in ritardo rispetto al movimento delle macchie; e questo fenomeno è quasi costante; e senza enume-

rare adesso tutte le osservazioni fatte, comprese le nostre, vi dirò solo che di 185 macchie accompagnate da facole osservate a Kew, 158 avevano la facola distesa come appendice alla loro sinistra, 6 sole alla destra, e 21 d'ambo i lati. Questa disposizione delle facole, si riscontra anche per le piccole macchie o fori, che seguitano come corteggio in linea parallela all'equatore la macchia più grande; un esempio lo avete qui nella figura per la macchia dell'8 febbraio 1866.

Un altro fatto abbastanza importante si è che le facole nel loro ritardo si riversano su queste catene di piccole macchie, che sono le prime a chiudersi, mentre il cratère

principale e che precede, rimane ancora del tutto aperto (1).

(1) Questi vulcani solari non compariscono successivamente ad uno ad uno, ma anzi d'ordinario se ne vedono sempre parecchi sull' emisfero a noi rivolto, senza contare quelli ancora in azione dall'opposta parte. Il loro numero talune volte è prodigioso; Schröeter osservò d' un sol colpo da 68 fino ad 81 cratèri; Messier nel 1759 vide 25 macchie, tutte circondate da penombra; Herschel notò pure nell'aprile del 1801 dei gruppi di 24, e fino a 50 macchie; e così dicasi di tanti altri fino ai dì nostri; mentre poi abbiamo delle epoche in cui il fenomeno manca del tutto, ovvero io direi, in cui lo scambio dall'interno all'esterno si esegue con uniformità su tutta la zona, senza dar luogo alla comparsa di grandi vulcani, ma ad una grande quantità di minimi fori.

Queste alternative però di *maximum* e di *minimum* nel numero delle macchie solari non era una combinazione accidentale qualunque, ciò che natura non ammette mai; e infatti gli illustri Schwabe di Dessau e Wolf di Zurigo non tardarono molto a conoscere che si rinnovavano periodicamente ad intervalli di 11 anni circa, e che avevano uno stretto rapporto colle variazioni dell' intensità magnetica alla superficie della nostra terra.

I maggiori ammassi di macchie si osservano in vicinanza dell'equatore solare, e le macchie si fanno più rare andando verso i poli, per modo che la zona ove di ordinario si osservano le macchie è compresa fra i paralleli distanti dall'equatore di 30 in 35 gradi da una parte e dall' altra, ad eccezione di una zona equatoriale di qualche grado, nella quale non appaiono che raramente; così che si vede esser desse in rapporto intimo colla rotazione solare.

E da principio accennai a questa rotazione del sole intorno ad un asse proprio, la quale venne appunto determinata colle osservazioni delle macchie, che durano per parecchie rivoluzioni; per cui le vediamo comparire ed occultarsi diverse volte ad intervalli di 13 giorni

circa. Tenendo anche conto del moto della nostra terra si trovò la durata della rotazione del sole di 25 giorni e un terzo; ritenete dunque che mentre la terra compie una rotazione intorno al proprio asse in 24 ore, il sole vi impiega un tempo 25 volte maggiore.

Però questa durata della rotazione del sole determinata a mezzo di osservazioni su differenti macchie, anzichè risultare sempre la medesima, va soggetta a variazioni per cui i valori ricavati restano entro i limiti di 24 e 28 giorni; così che un tempo si credette, e da insigni astronomi, quasi impossibile il determinare il vero valore della rotazione solare, e si attribuivano queste discrepanze agli errori di osser-

vazione e ad ignote anomalìe nei movimenti delle macchie.

Ma un illustre astronomo inglese il Sig. Carrington, ha risolto definitamente la questione. Egli osservò il sole per lo spazio di 7 anni e 1|2, dal 1854 al 1861, determinando la posizione delle macchie le più importanti, ricavandone per le singole macchie il rispettivo valore della rotazione del sole, e pubblicava, non ha guari, il suo lavoro sopra 5290 osservazioni, dalle quali ne ricavò la seguente importante legge, « cioè la velocità angolare di rotazione varia da una macchia all'altra colla latitudine di una maniera regolare e quasi continua » Ecco tradotta in legge fondamentale, una difficoltà, che con poche osservazioni non si sarebbe giam-

mai potuta risolvere. — Perchè abbiate un' idea di queste differenti velocità, vi dirò solo che all'equatore la velocità angolare di rotazione è di 14° e 1|3 per giorno, mentre alla latitudine di 45 gradi, cioè nel mezzo fra l'equatore e i poli del sole, questa velocità è di 12° e 2|3 soltanto; di maniera che una macchia in vicinanza dell'equatore compie il suo giro in 25 giorni circa, mentre un altra macchia a 45 gradi dall' equatore, vi impiegherebbe 28 giorni e mezzo. Il movimento delle macchie in latitudine risultò in queste stesse occasioni piccolissimo e dell' ordine degli errori di osservazione. La fotosfera dunque trovasi in ritardo rispetto alla rotazione generale del sole, e per converso gli strati in-

feriori si troveranno in avanzo (1).

Questa, o Signori, fu una grande scoperta, che ha dato adito a nuove idee sulla costituzione fisica del sole, e che ne ha distrutto delle antiche. Questo gran fatto della diversa rotazione nei diversi paralleli non può avere spiegazione senza ammettere *una fluidità generale della massa solare, o per lo meno fino ad una grande profondità.* L' ipotesi dunque che gli strati più o meno neri dei nuclei, appartengano al nocciuolo solido o più freddo del sole non è più possibile. E come mai immaginare questo stato

(1) La quasi mancanza di variazione in latitudine ci avverte, che sul sole mancano le forti correnti fra i poli e l'equatore capaci di sturbare la posizione dei vulcani solari e il costante parallelismo delle belle catene di eruzione, che talvolta così a lungo persistono

di solidità, se le esperienze di Waterston e di Secchi dànno per la temperatura solare la cifra spaventevole di 50 milioni di gradi?

Un altro mezzo di acquistare cognizioni sulla costituzione del sole, sono gli ecclissi totali di sole. Disgraziatamente questi fenomeni sono rari, e per lo passato furono anche poco o male studiati (1). Epperò gli

(1) E si noti qui che la massima durata di un ecclisse totale di sole arriva appena a 5 minuti di tempo; a ciò aggiungiamo che dal XVI secolo al principio del XIX furono osservati in tutto 9 ecclissi totali, e nel secolo in corso 8 soltanto già se ne verificarono, e 4 o 5 rimangono a vedersi prima del 1900; da ciò facilmente comprenderete il grande interesse posto dai governi illuminati nello inviare astronomi anche in lontane regioni e fornirli di ogni mezzo onde utilizzare pel meglio quei cinque minuti; e ad onta di tante cure e sacrificî, forse non si sarebbe tanto e così presto progrediti, se la fotografia non ci fosse venuta in aiuto.

astronomi hanno saputo approfittare degli ecclissi avvenuti in questi ultimi anni, e le circostanze furono propizie per raccoglierne buon frutto. Quello che vedete dipinto in questa tavola ebbe luogo il 15 aprile 1866; invisibile per l'Europa, fu diligentemente osservato al Chilì, e il disegno e la relazione inviataci dal P. Secchi mi ha servito a darvene qui un'idea. Egualmente maestoso fu quello osservato in Ispagna nel 1860, ove il Secchi seppe ottenere delle interessanti fotografie, le quali poscia da lui trattate coi mezzi d'ingrandimento riescirono a risolvere definitivamente col De là Rue le più importanti quistioni.

Quando la luna copre intieramente il disco del sole, essa si

mostra nera perfettamente e circondata da un'aureola chiara della larghezza di poco più di un mezzo raggio lunare, formata di strati rarissimi concentrici, come vedete nella figura; è dessa l'atmosfera solare, che in allora soltanto riesce a noi visibile. All'intorno poi del disco lunare si vedono in tutti i posti delle protuberanze rosee chiare, altre biancastre, alcune delle quali si elevano ad altezze enormi, ed altre più piccole furono vedute isolate, sospese nell'atmosfera del sole.

Vi fu quistione un tempo, se tutto ciò fosse un semplice giuoco di luce per la particolare posizione dei due corpi sole e luna; ma come accennai sopra, i lavori del Secchi con quelli di De la Rue provarono

ad evidenza che tutto apparteneva realmente al sole.

Queste cose si vedono soltanto allo sparire del sole dietro il disco lunare, mentre al comparire del primo raggio tutto si dilegua e quasi istantaneamente scompare.

Da cotali osservazioni ne risulta che immediatamente sulla fotosfera si eleva uno strato di vapor chiaro, tinto leggermente in roseo, di diverso spessore, elevantesi anche in masse staccate come nubi entro l'atmosfera solare.

Un'altra osservazione interessantissima è la seguente, e che solo può farsi nell'occasione di un ecclisse totale di sole. Quando si approssima la totalità dello ecclisse, o al primo riapparir del sole, si vede per un certo tratto un filetto

solo e sottile della fotosfera; ebbene, esso non appare continuo, ma ondeggiato a guisa dell'orizzonte di un mare fortemente agitato; ciò vi prova che la superficie della fotosfera non è liscia, ma ondeggiata con forti differenze di livello.

Ora, o Signori, che abbiamo esaminato i fenomeni più generali, passerò alla descrizione di altri fatti più minuti scoperti recentemente per un nuovo metodo di osservazione.

Guardando il sole direttamente, cercando di riparare l'occhio con un vetro colorato, s'incorre nel grande inconveniente dell'eccessivo calore che non permette di osservare a lungo; oltre a ciò la tinta del vetro toglie alla distinzione, e se non si vogliono ad ogni momento i vetri rotti, conviene restringere

di molto l'apertura dell'obbiettivo, e allora le immagini si alterano, rimanendo confuso ogni particolare. Per ovviare a questi inconvenienti si venne alla felice idea di osservare il sole per riflessione, mediante un prisma di cristallo, il quale lasciando passare la maggior parte dei raggi calorifici, e riflettendo porzione dei luminosi, rende l'osservazione facile ed oltremodo vantaggiosa. Con questo semplicissimo congegno si constatarono sul sole dettagli di forme che dapprima non si erano veduti che di rado ed incompletamente.

Guardando in questa maniera il sole, la sua superficie bianca appare leggermente sfumata agli orli, e invece di essere uniforme e liscia si vede tutta granulosa, presso a poco come nel disegno che vi indico.

La forma di queste granulazioni è generalmente di ovoidi allungati, di diverse grandezze, comprese fra 1|3 e 1|4 di secondo; l'estensione dunque di questi *grani di riso*, così li chiamarono gli Inglesi, può oltrepassare anche i 200 chilometri.

Questi granelli sono divisi da solchi stretti un poco men chiari, che formano come un fondo comune, e attraverso il quale pare di scoprirvi lo strato più scuro immediatamente sottoposto alla fotosfera. Se ricordate ora le onde osservate nel filetto luminoso in vicinanza della totalità di un ecclisse di sole, esse ci danno in parte ragione di questa apparenza generale.

Queste granulazioni si osservano anche in vicinanza delle macchie di recente formazione, e formano

il contorno esterno delle loro penombre.

La penombra delle macchie, che col metodo antico di osservazione appariva quasi sempre d'una tinta uniforme, ora invece la vediamo costantemente d'una struttura tutta particolare, cioè formata di un fondo leggermente oscuro, sul quale stanno delle correnti luminose, che partendo dal ciglio esterno della scarpa sono tutte dirette a raggi verso il centro del nucleo. Queste correnti non arrivano in generale a toccare il nucleo; altre si staccano addirittura e precipitano nella sottoposta voragine, ove una enorme temperatura ben presto le fonde e le riconduce allo stato di gas. Altre riunendosi arrivano in fascio alla sponda opposta riunendosi ad altre, e formando così una specie

di ponte od arco; quando questo giuoco si esegue in grande scala, superando la forza dissolvente interna, allora la cavità si ristringe e finisce per chiudersi, scomparendo la macchia e restando al suo posto un ammasso di sostanza fotosferica bianca, una facola.

Esaminando bene il contorno delle penombre e la disposizione di queste correnti, si vede che esse altro non sono che le granulazioni comuni ma molto più allungate (1). Nel caso poi degli ammassi di

(1) E la forma loro il più delle vòlte è tale, che molto adatto riesce il nome dato loro dall'inglese Nasmyth, di *foglie di salice*, struttura che egli esagerò oltremodo volendola estendere all'intiera fotosfera. Queste correnti o foglie, che per effetto di proiezione sembrano arrivare sino alla parte nera del nucleo, in taluni casi ho verificato esserne veramente staccate come fiamme ricurve, le quali, secondo congetturò il Secchi, sarebbero aspirate verso il nucleo stesso.

macchie in cui non abbiamo certe forme regolari e persistenti, e ove l'agitazione è portata al massimo, oltre delle piccole striscie luminose, abbiamo anche delle grosse correnti di fotosfera, smosse senza ordine, ma sempre in rapporto coi nuclei principali. Queste diverse disposizioni le ravviserete facilmente in questo disegno, del grande ammasso del febbraio ultimo, la cui estensione era equivalente a 40 volte la superficie della nostra terra, e che vedevasi ad occhio nudo.

Appunto in questo ammasso voi vedete quell'arco luminoso a ferro di cavallo che divide un núcleo; la lunghezza di questo arco non era minore di 15 mila chilometri, e la larghezza di 900; da ciò comprenderete quanto grandi siano quelle

che diconsi minute particolarità delle macchie.

Ebbene questa immensa striscia fu in breve tempo distrutta e trasformata in veli rosei che si spandevano sul resto del nucleo; questi fenomeni di una così rapida e grande dissoluzione non sono rari a vedersi, e in altri casi rimangono inosservati perchè il lavoro si compie lentamente. Queste trasformazioni unitamente ai gas interni ascendenti e che sono la causa della formazione delle macchie, costituiscono le eruzioni di questi enormi vulcani solari; eruzioni che nel maggior numero dei casi restano occultate dalla grande illuminazione della fotosfera, come talvolta alla imboccatura di una fornace ardente non vediamo i gas che ne sortono, perchè si proiettano sul materiale

interno incandescente, mentre se ci poniamo di fianco si rendono completamente visibili ed oscuri. Il caso pressochè analogo verificasi anche pel sole. Infatti nel giorno 8 agosto 1865 osservando io il tramontare del sole in mare in vicinanza di Livorno, appena scomparso il disco, apparirono come due baffi o due lunghi fasci rossastri ricurvi che presto si abbassarono anch'essi per scomparire totalmente, e che al movimento si sarebbero giudicati facilmente appartenere al sole; ne feci memoria e scrissi subito al P. Secchi per sapere se le osservazioni sul sole fatte con tanta cura in Roma potevano mostrare qualche cosa che avesse rapporto col fenomeno da me osservato, massime relativamente alle macchie. E ne ebbi in

risposta che in quel giorno al luogo designato fu fatta speciale attenzione alla forma singolare e tagliente di una facola all'orlo del sole; e la figura che ne fu fatta mostrava esattamente il contorno delle due ciocche da me osservate; la coincidenza parve importante assai all'astronomo romano, il quale domandò ulteriori dettagli per fissare un limite all'atmosfera solare.

In seguito speriamo che altre di siffatte osservazioni verranno a vieppiù confermare la mia, e a provare così che realmente le macchie sono veri vulcani in piena azione.

Riguardo poi ai nuclei, anche questi, guardati per riflessione non sono del tutto neri, ma affettano tinte più o meno oscure, e talvolta nel loro mezzo osservansi delle agglomerazioni di piccoli fiocchi lu-

minosi variabilissimi e di poca durata (1). Oltre ciò dovete ben riflettere, che quando diciamo neri i nuclei, od anche solo oscuri, ciò non significa altro, che dessi in confronto della viva luce della fotosfera ci appaiono tali; mentre di per se stessi possono essere luminosissimi, come la fiamma di una candela che proiettata sul sole sembra nera (2).

(1) E nelle macchie sufficientemente estese io notai sempre un altro strato meno oscuro, immediatamente sottoposto alla penombra e più dilatato dalla parte orientale, così che il nucleo nero si riduceva ad uno spazio ristretto ed eccentrico.

(2) E se anche quei gas interni del sole ci appaiono più scuri, ciò non significa che esser debbano anche più freddi; che anzi la moderna fisica ci viene in soccorso, e ci afferma che alla loro più elevata temperatura corrisponde un potere emissivo minore tanto pei raggi luminosi che pei calorifici, e quindi naturale risulta che dobiamo vederli più oscuri e sperimentarli più freddi, appunto perchè più caldi degli strati esterni.

Resterebbe ora, o Signori, di dare una spiegazione di tanti e così svariati fenomeni, e qui entriamo nel campo delle ipotesi. Intanto riterremo che la sola maniera di concepire la fotosfera solare in modo da potere spiegare tutti i fenomeni ad essa relativi, e il supporla formata di una sostanza analoga alle nostre nubi. In un liquido non potrebbero al certo durare così a lungo i forti dislivelli, che abbiamo veduto nelle facole e nelle penombre; e perciò in oggi quasi tutti sono d'accordo nell'ammettere che i materiali di cui è composta la fotosfera si trovino in uno stato analogo a quello del nostro vapore acqueo nelle nubi, cioè allo stato di una precipitazione sospesa.

Il fatto poi della differente velocità di rotazione a seconda dei

diversi paralleli, come accennammo già, porta per conseguenza che il sole deve esser fluido in gran parte, ed anzi indusse l'illustre astronomo francese, il prof. Faye, a considerare il sole come intieramente gassoso. Però non dovete ricorrere colla mente ad un parallelo fra i nostri gas e le condizioni di quelli costituenti il sole; le cose sono là ben diverse, e la sola enorme pressione a cui sono soggetti costituisce di per sè uno stato tutto particolare e a noi sconosciuto.

Ecco in breve le idee di questo insigne scienziato. Il Faye parte dall'idea di considerare il sole come una stella di mediocre grandezza, risplendente di luce bianca; ed alla spiegazione dei fenomeni da noi esposti, ha cercato di applicare un principio semplice e generale, il

più applicabile all'insieme di tutti i corpi dell'universo, vale a dire il principio della riunione successiva della materia primitiva disseminata nello spazio, in vasti ammassi sotto l'impero dell'attrazione universale.

Di qui due conseguenze immediate.

1° Distruzione di una enorme quantità di forza viva, compensata da un'enorme sviluppo di calore.

2° Un movimento di rotazione più o meno lento.

Il calcolo del calore d'origine così sviluppato nell'atto della formazione del nostro sole fu fatto da Helmholtz, ed accenna ad una durata ancora di parecchi milioni di anni. Dalle misure invece del Pouillet sulla intensità attuale dell'irradiazione solare, il Thompson ne ha ricavato che il calore emesso

non è superiore che di 45 volte circa a quello generato nel focolare delle nostre locomotive. Temperatura però sufficiente per produrre la dissociazione di un gran numero di corpi, ma alla quale possono resistere i composti più stabili.

La formazione di particelle non gassose e suscettibili di incandescenza e che costituiscono la fotosfera, sarebbe la conseguenza del semplice raffreddamento.

Queste particelle sollecitate dalla gravità tenderanno a discendere e arrivando in contatto cogli strati inferiori troveranno di nuovo la temperatura per ridurle allo stato primitivo; e a queste correnti discendenti ne corrisponderanno altre ascendenti di masse gassose, che incontreranno alla lor volta la sorte delle prime. Così l'involucro esterno

viene di continuo a rinnovarsi e a mantenersi ad eguale temperatura.

Da questo giuoco di correnti ne nasce che ove esse si fanno più forti, la fotosfera si squarcia, e ci lascia vedere la parte interna gassosa, il cui potere emissivo alla temperatura della più viva incandescenza è così debole rispetto a quello delle particelle non gassose della fotosfera, che la differenza di questo potere basta a spiegare il contrasto così palese delle due tinte osservate cogli elioscopî. Le facole prodotte da queste correnti ascendenti, che arrivano in alto, partendo da punti ove la velocità lineare di rotazione è assai minore, acquisterebbero la tendenza di rimanere addietro alle macchie, come nel fatto si osserva; e così continuando l'illustre astronomo ha po-

tuto spiegare i diversi fenomeni. Allorchè poi, egli conchiude, il progresso di raffreddamento avrà incominciato a rallentare le correnti verticali, allorchè la massa intiera avrà una densità media sufficiente, la fotosfera diventerà assai spessa, prenderà alla superficie una consistenza liquida o pastosa e finalmente solida; allora la comunicazione colla massa centrale sarà interrotta; il raffreddamento della massa si opererà solo per la debole conducibilità dell' involucro solido; ma il raffreddamento di questo involucro farà rapidi progressi; il fenomeno delle macchie e delle facole non sarà più possibile; in altri termini si arriverà alle condizioni presenti della nostra terra, alla quale l'illustre francese accorda così l'onore di essere stata alla sua volta un piccolo sole.

I Direttori della SCIENZA DEL POPOLO
F. GRISPIGNI, L. TREVELLINI.